



SAH
#2
7-6-01

JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this office.

Date of Application: March 22, 2000

Application Number: Patent Application
No. 2000-079709

Applicant(s): KABUSHIKI KAISHA TOYODA
JIDOSHOKKI SEISAKUSHO

RECEIVED
JUN 20 2001
TC 1700 MAIL ROOM

March 23, 2001

Commissioner,
Patent Office Kozo Oikawa

Certificate No. 2001-3022959



日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 3月22日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-079709

出 願 人

Applicant (s):

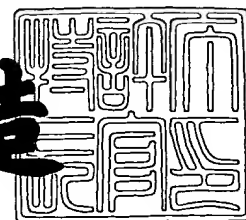
株式会社豊田自動織機製作所

RECEIVED
JUN 20 2001
TC 1700 MAIL ROOM

2001年 3月23日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3022959

【書類名】 特許願

【整理番号】 2000TJ002

【提出日】 平成12年 3月22日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H05K 3/42

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社豊田自動織機製作所内

【氏名】 井上 敏樹

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社豊田自動織機製作所内

【氏名】 熊谷 京子

【特許出願人】

【識別番号】 000003218

【氏名又は名称】 株式会社豊田自動織機製作所

【代理人】

【識別番号】 100074099

【弁理士】

【氏名又は名称】 大菅 義之

【電話番号】 03-3238-0031

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012542

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9005945

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 配線基板の電解メッキ方法及び配線基板の電解メッキ装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 配線基板を一方の極とし、不溶解電極を他方の極とし、
鉄イオンを 0. 1 グラム／L 以上含む金属メッキ溶液を用い、正負の電流を流して電解メッキを行い、配線基板に形成されたビアホールを金属メッキで埋めることを特徴とする配線基板の電解メッキ方法。

【請求項 2】 前記金属メッキ溶液が配線基板のメッキを形成する面に対して平行に流れるように金属メッキ溶液を攪拌することを特徴とする請求項 1 記載の配線基板の電解メッキ方法。

【請求項 3】 前記不溶解電極を多孔性の電極で構成し、鉄イオンを 0. 1 グラム／L 以上含む銅メッキ溶液を用いてパルスリバース電解メッキを行うことを特徴とする請求項 1 または 2 記載の配線基板の電解メッキ方法。

【請求項 4】 配線基板の対極となる不溶解電極と、
鉄イオンを 0. 1 グラム／L 以上含む金属メッキ溶液と、
前記配線基板と不溶解電極との間に正負の電流を流して電解メッキを行うための電源とを備えることを特徴とする配線基板の電解メッキ装置。

【請求項 5】 前記金属メッキ溶液が配線基板のメッキを形成する面に対して平行に流れるように金属メッキ溶液を攪拌する攪拌手段を有し、

前記不溶解電極は多孔性の電極からなり、前記電源は正負のパルス電流を前記配線基板と不溶解電極との間に流すことを特徴とする請求項 4 記載の配線基板の電解メッキ装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、配線基板に形成されたビアホールを金属メッキにより埋める配線基板の電解メッキ方法及びその電解メッキ装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来技術】

携帯電話機、ビデオカメラ、ノートパソコン等の電子機器では、高密度の部品の実装が要求される。高密度実装を実現するものとして配線層及び絶縁層を順次形成していくビルドアップ基板やビアを形成した配線基板を熱圧着していく全層ビア型のプリント基板等が提案されている。

【 0 0 0 3 】

従来のビルドアップ基板は、絶縁層に微小孔（ビアホール）を形成し、そのビアホール内側面及び底面に金属メッキを施すことで絶縁層の上下の配線層を電氣的に接続していた。

【 0 0 0 4 】

しかしながら、この方法では、ビアホールの上にさらにビアホールを形成して電氣的に確実に接続することが難しく、ビアホールを重ねてランドをビアホールの上に配置することができなかった。そのようなパターン設計上の制約のためにパターン設計の全てを自動配置配線ツールを用いて行うことができず、一部を人手により行う必要があった。それにより、プリント基板の設計期間が長くなるという問題点があった。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

そのような問題点を解決するために、ビアホールを電解メッキにより埋める技術が提案されている。例えば、特開平 1 1 - 8 4 6 9 号公報には、無電解金属皮膜を形成した後、P R 電解により金属電気メッキを行ってビアホールを埋める技術が開示されている。

【 0 0 0 6 】

しかしながら、上記の公報に記載されている P R 電解によるメッキ方法では、ビアホールを埋めるためには長時間（例えば、2 時間以上）メッキを行う必要があるため、プリント基板の製造コストが高くなり、量産レベルで使うことが難しかった。また、メッキ時間を短縮するために電流密度を高めることが試みられているが、メッキ中にボイドが発生したり、メッキ表面が荒れてしまうという不具合が生じていた。

【 0 0 0 7 】

また、可溶性陽極を用いた場合に生じる問題点を解決するために、例えば、特表平 8 - 5 0 7 1 0 6 号公報で、不溶性の陽極と酸化還元系の化合物を添加したメッキ溶液を用いる金属メッキ方法が提案されている。

【 0 0 0 8 】

上記の発明は、直流電源を用いた電解メッキを前提にしており、配線基板のビアホールを短時間で埋めるためのメッキ方法を提示するものではない。

本発明の課題は、配線基板のビアホールを短時間で埋められるようにすることである。

【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 記載の発明は、配線基板を一方の極とし、不溶解電極を他方の極とし、鉄イオンを 0. 1 グラム／L 以上含む金属メッキ溶液を用い、正負の電流を流して電解メッキを行い、配線基板に形成されたビアホールを金属メッキで埋める。

【 0 0 1 0 】

この発明によれば、鉄イオンを 0. 1 グラム／L 以上含む金属メッキ溶液を用いて、正負の電流を流して電解メッキを行うことで、従来より短時間でビアホールを埋め、かつ平滑な表面特性を持つ金属膜を形成することができる。これにより絶縁層の上下の配線層を電氣的に接続するビアを短時間で形成することができるので、多層配線基板の製造コストを大幅に低減させることができる。

【 0 0 1 1 】

電解メッキの方法としては、例えば、正負のパルス電流を流すパルスリバース電解方法を用いることができる。

また、メッキ溶液を配線基板のメッキを形成する面と平行に流れるように攪拌するようにしても良い。その際、ビアホールの直径、深さに応じてメッキ溶液の流量を制御するようにしても良い。

【 0 0 1 2 】

このように構成することで、配線基板の表面の金属メッキの析出速度と、ビアホールの内部の金属メッキの析出速度を適正に制御することができる。これによ

り、直径が小さく、かつ深いビアホールを内部に空洞等を生ぜずに埋めることができる。

【 0 0 1 3 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照しながら説明する。最初に、多層配線基板の製造工程について図 1 を参照して説明する。

【 0 0 1 4 】

ガラスエポキシ等のコア樹脂 1 2 に積層された銅箔（導体層） 1 1 をエッチングして配線パターン（配線層） 1 1' を形成する（図 1，（1）、（2）の工程）。次に、そのパターンの上に絶縁層 1 3 を形成する（図 1，（3）の工程）。その絶縁層 1 3 にレーザ等により穴を空け、ビアホール 1 4 を形成する（図 1，（4）の工程）。次に、電解メッキ等により銅メッキ層 1 5 を形成してビアホールを埋める（図 1，（5）の工程）。図 1 の（5）のメッキ工程では、絶縁層 1 3 とビアホール 1 4 の底面の配線パターン 1 1' の上に化学メッキなどによって薄い導体層を形成した後、パルスリバース電解メッキによりビアホール 1 4 を埋め銅メッキ層 1 5 を形成する。その後、銅メッキ層 1 5 をエッチングして配線パターン 1 5' を形成する（図 1，（6）の工程）。これにより、絶縁層 1 3 の上下の配線パターン 1 1'、1 5' を電氣的に導通することができる。

【 0 0 1 5 】

なお、パルスリバース電解メッキにより、ビアホールを埋める技術については、例えば、表面技術協会「第 1 0 0 回講演要旨集（1 9 9 9 年 1 0 月 6 ～ 7 日開催）」に記載されている。

【 0 0 1 6 】

次に、本実施の形態におけるプリント基板の電解メッキ方法を、図 2 を参照して説明する。

メッキ槽 2 1 は、不溶解陽極 2 2 とプリント基板である陰極 2 3 と、正負のパルス電流を電極間に流すための電源 2 4 と、鉄イオンを含む銅メッキ溶液とからなる。不溶解陽極 2 2 として、電極の表面積を大きくするために、多孔性の電極、例えば、エキスパンドメタル等を使用している。

【0017】

この他に、メッキ槽 21 に銅イオンを供給する銅溶解槽 25 が設けられ、銅溶解槽 25 の溶液とメッキ槽 21 のメッキ溶液とは循環ポンプ 26 により循環するようになっている。

【0018】

本実施の形態では、メッキ溶液に鉄イオン「 Fe^{2+} 」を添加したので、不溶解陽極 22 の近傍では、図 2 に示すように「 Fe^{2+} 」から「 $\text{Fe}^{3+} + e$ 」が生成される。

【0019】

銅溶解槽 25 においては、内部に入れられている銅材料と、不溶解陽極 22 で生成され、銅溶解槽 25 に移送されてくる「 Fe^{3+} 」との溶解反応により、「 Cu^{2+} 」と「 Fe^{2+} 」が生成される。

【0020】

陰極 23 においては、銅溶解層 25 から移送されてくる「 Cu^{2+} 」から Cu が析出され、プリント基板上に銅メッキ層が形成される。同時に、不溶解陽極 22 で生成される「 $\text{Fe}^{3+} + e$ 」から「 Fe^{2+} 」が生成される。

【0021】

すなわち、不溶解陽極 22 における電解反応によりメッキ溶液に含まれる鉄イオン「 Fe^{2+} 」から「 Fe^{3+} 」が生成され、銅溶解槽 25 において「 Fe^{3+} 」と銅材料とにより「 Cu^{2+} 」と「 Fe^{2+} 」が生成されるので、銅イオン「 Cu^{2+} 」と、メッキ溶液に添加され、不溶解陽極 22 の反応で消費される鉄イオン「 Fe^{2+} 」が常に銅溶解槽 25 から補充されることになる。

【0022】

図 3 は、本実施の形態のメッキ槽 21 のメッキ溶液の流れを模式的に示した図である。

メッキ槽 21 の中央に陰極（プリント基板）23 が配置され、そのプリント基板 23 と対向するようにメッシュ状の 2 個の不溶解陽極 22 が配置されている。そして、メッキ溶液が循環ポンプ 26 により、図 3 の右方向、つまりプリント基板 23 のメッキが形成される面に平行に所定の流量で流れるように循環される。

このようにメッキ溶液をプリント基板 2 3 のメッキを形成する面に対して平行に流すことによりビアホールを完全に埋め、かつ適正な膜厚のメッキ層を形成することができた。これは、例えば、メッキ溶液をプリント基板 2 3 の表面と平行に流すことにより、プリント基板 2 3 の表面に存在する「 Fe^{3+} 」の量を制御して、プリント基板 2 3 の表面における銅の析出速度とビアホール内部の銅の析出速度を調整することができたものと考えられる。

【 0 0 2 3 】

次に、本実施の形態のメッキ方法で、絶縁層に形成された深さ $50\ \mu\text{m}$ のビアホールを埋めるときのメッキ条件とメッキの評価結果について説明する。

本実施の形態で使用したメッキ溶液の基本的な組成は以下の通りである。

【 0 0 2 4 】

硫酸銅・5水和物： $235.7\ \text{g/L}$

硫酸： $60\ \text{g/L}$

有機物添加剤（界面活性剤、例えば、アトテック社製インパルスレベラー）：
 $15\ \text{mL/L}$

有機物添加剤（光沢剤、例えば、アトテック社製インパルスブライトナー）

塩素イオン： $40\ \text{mg/L}$

鉄イオン： $15\ \text{g/L}$ （又は $0.1\ \text{g/L}$ ）

本実施の形態では、電極に正負のパルス電流を流してパルスリバース電解メッキを行っている。両電極間に流すメッキ電流は、図 4 に示すように正電流の期間 T_1 が $40\ \text{ms}$ 、負電流の期間 T_2 が $2\ \text{ms}$ の正負のパルス電流である。また、陰極の平均電流密度は $3\ \text{A/dm}^2$ に設定してある。

【 0 0 2 5 】

図 5 は、パルスリバース電解メッキを施したプリント基板のサンプル 1～3 のメッキ条件、つまりメッキ溶液に含まれる鉄イオンの量と、平均電流密度と、メッキ時間を示す図である。

【 0 0 2 6 】

サンプル 1 は、鉄イオンを含まないメッキ溶液において、平均電流密度 $3\ \text{A/dm}^2$ で、33.3 分間電解メッキを行ったものである。

サンプル2は、鉄イオンを15 g/L含むメッキ溶液において、平均電流密度 3 A/dm^2 で、33.3分間電解メッキを行ったものである。

【0027】

サンプル3は、鉄イオンを0.1 g/L含むメッキ溶液において、平均電流密度 3 A/dm^2 で、33.3分間メッキを行ったものである。

図6は、それぞれのサンプル1～3のメッキの表面粗さを触針式粗さ計により測定したときの測定結果を示す図である。

【0028】

図6において、鉄イオンを含まないメッキ溶液でパルスリバース電解メッキを、33.3分間行ったサンプル1のメッキの表面粗さの平均値は、 $3.496 \mu\text{m}$ であるのに対して、鉄イオンを0.1 g/L含むメッキ溶液でパルスリバース電解メッキを、33.3分間行ったサンプル3のメッキの表面粗さの平均値は $2.830 \mu\text{m}$ であり、鉄イオンを含むメッキ溶液でメッキを行ったサンプル3の方が平滑なメッキ面が得られることを確認できた。

【0029】

さらに、鉄イオンを15 g/L含むメッキ溶液でパルスリバース電解メッキを33.3分間行ったサンプル2のメッキの表面粗さの平均値は $1.821 \mu\text{m}$ であり、鉄イオンを0.1 g/L含むメッキ溶液でメッキした場合よりさらに平滑なメッキ面が得られた。

【0030】

図7(A)は、鉄イオンを15 g/Lを含むメッキ溶液を用いて上述した条件でパルスリバース電解メッキを行ったときのビアの断面写真を示し、図7(B)は鉄イオンを0.1 g/L含むメッキ溶液を用いてパルスリバース電解を行ったときの断面写真を示す図である。また、図8は、鉄イオンを含まないメッキ溶液でパルスリバース電解メッキを行ったときのビアの断面写真を示す図である。なお、ビアホールはテーパ状の形状しており、穴の開口部の直径が $40 \mu\text{m}$ 、底部の径が $25 \mu\text{m}$ 、深さが $50 \mu\text{m}$ である。

【0031】

鉄イオンを15 g/L含むメッキ溶液を用いて33.3分間パルスリバース電

解メッキを行った場合には、図 7 (A) に示すように、ビアホールが完全に埋まり、銅メッキの表面も平滑になっていることが分かる。ビアの中央部のへこみはビアの深さ ($50\text{ }\mu\text{m}$) に比べて小さいので実用上問題はない。

【 0 0 3 2 】

鉄イオンを 0.1 g/L 含むメッキ溶液を用いて 33.3 分間パルスリバース電解メッキを行った場合には、図 7 (B) に示すように、ビアホールが完全に埋まっている。銅メッキの表面は、図 7 (A) に比べるとやや粗くなっているが、実用上問題のないレベルであった。

【 0 0 3 3 】

図 8 は、比較のために鉄イオンを含まないメッキ溶液を用いて上記と同じ条件でパルスリバース電解メッキを行った場合の断面写真を示す図である。この場合、ビアは埋まっているが、銅メッキの表面が、図 7 (B) の鉄イオンを 0.1 g/L 含むメッキ溶液でメッキを行った場合に比べて粗くなっている。メッキ表面が粗いと、レジストを形成してパターンエッチングを行う際に、レジスト下面のパターンが削られ、パターンを幅が不均一になってしまうので、図 7 (A)、(B) の鉄イオンを含むメッキ溶液を使用する方が、より高品質な配線パターンが得られることが確認できた。

【 0 0 3 4 】

図 6 のメッキ面の表面粗さの比較結果と図 7 (A)、(B) 及び図 8 のビアの断面写真から、メッキ溶液に鉄イオンを 0.1 g/L 以上添加し、パルスリバース電解メッキを行うことで、従来より短時間 (約 33.3 分) でビアを埋め、かつメッキ表面を平滑に形成することができることが確認できた。また、同じ条件で鉄イオンを含まないメッキ溶液でメッキした場合の結果から判断しても、鉄イオンを添加することでメッキ面を平滑にする効果が大きいことが確認できた。

【 0 0 3 5 】

上述した実施の形態によれば、銅メッキ溶液に鉄イオンを添加してパルスリバース電解メッキを行うことで、短時間でビアホールを埋めることができ、かつその表面をほぼ平滑にすることができる。

【 0 0 3 6 】

さらに、メッキ溶液を陰極 2 3 のプリント基板のメッキを形成する面（ビアホールが形成されている面）と平行に流すことで、メッキ特性をさらに改善することができた。また、メッキ溶液の流量を適正な値に制御することで、陰極 2 3 の表面及びビアホールの内部の銅の析出速度を所望の値とすることもできる。

【 0 0 3 7 】

上述した実施の形態では、銅メッキ溶液に「 Fe^{2+} 」を添加しているが、これに限らず、他の酸化還元化合物を使用しても良いし、銅以外の金属メッキにも本発明は適用できる。また、メッキ電流の正負の通電時間、電極の電流密度、メッキ液の組成、メッキ時間等は、実施の形態に示したものに限らない。例えば、銅、その他の金属の電解メッキに使用できるものであればどのような組成でも良い。

【 0 0 3 8 】

さらに、メッキ溶液を流す方向は、図 3 に示したようなメッキ槽 2 1 の左右方向に限らず、上下方向に流しても良い。要はプリント基板のメッキを形成したい面に対して平行にメッキ溶液が流れるようにすれば良い。本発明は、多層プリント基板に限らず、半導体素子を搭載する多層基板等にも適用できる。

【 0 0 3 9 】

【発明の効果】

本発明によれば、短時間でビアホールを埋め、かつ平滑な表面特性を持つ金属膜を形成することができる。これにより絶縁層の上下の配線層を電氣的に接続するビアを短時間で形成することができるので、多層配線基板の製造コストを大幅に低減させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

多層配線基板の製造工程の説明図である。

【図 2】

実施の形態の電解メッキ方法の説明図である。

【図 3】

メッキ溶液の流れを示す図である。

【図 4】

メッキ電流の電流波形を示す図である。

【図 5】

サンプルのメッキ条件を示す図である。

【図 6】

サンプルの表面粗さの測定結果を示す図である。

【図 7】

図 7 (A)、(B) は実施の形態のビアの断面を示す図である。

【図 8】

鉄イオンを含まないメッキ溶液でメッキした場合のビアの断面を示す図である。

【符号の説明】

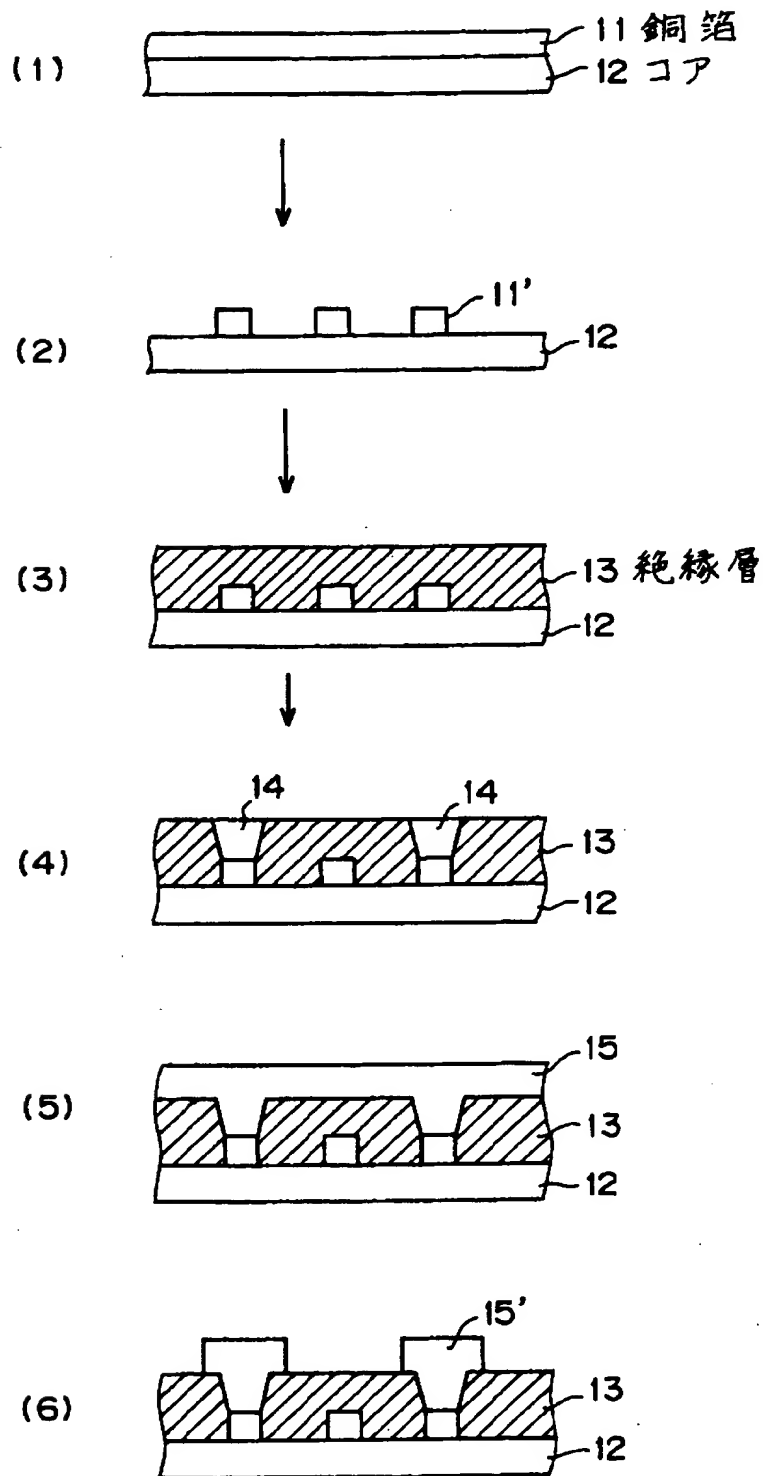
- 2 1 メッキ槽
- 2 2 不溶解陽極
- 2 3 陰極（プリント基板）
- 2 4 電源
- 2 5 銅溶解槽
- 2 6 循環ポンプ

特 2 0 0 0 - 0 7 9 7 0 9

【書類名】 図面

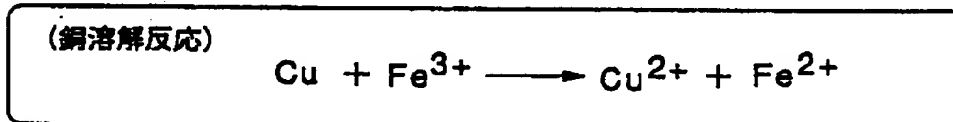
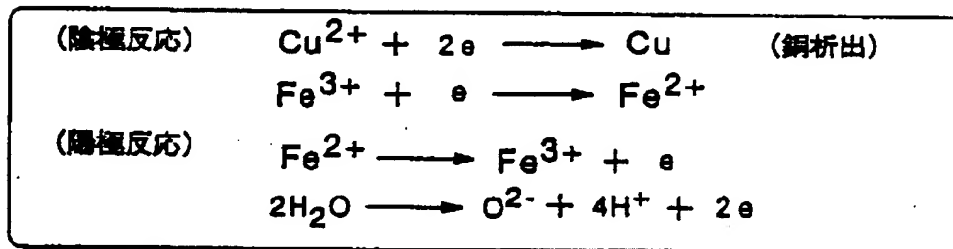
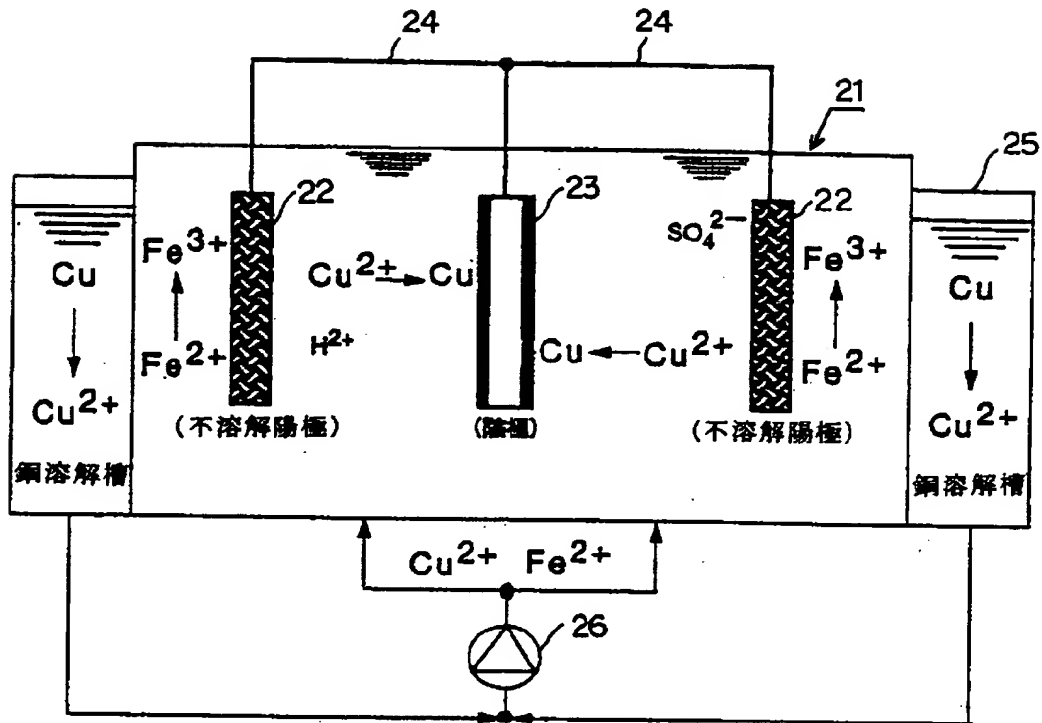
【図 1】

多層配線基板の製造工程の説明図



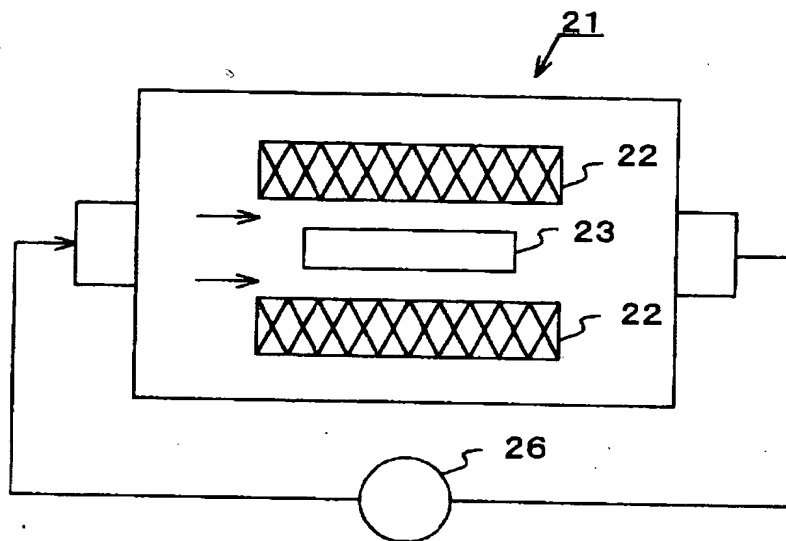
【図 2】

実施の形態の電解メッキ方法の説明図



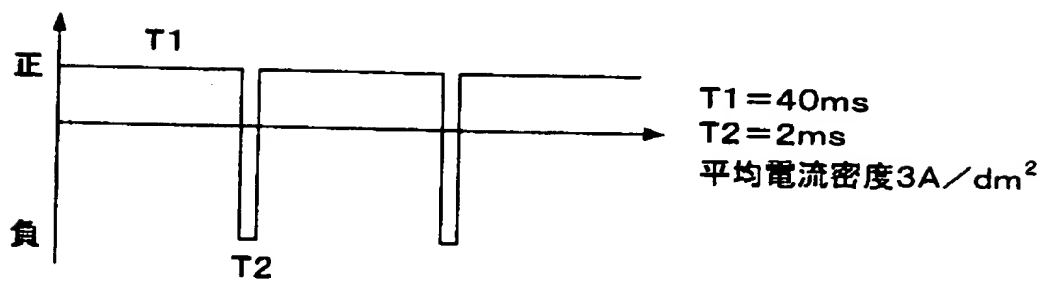
【図 3】

メッキ溶液の流れを示す図



【図 4】

メッキ電流の電流波形を示す図



【図 5】

サンプルのメッキ条件を示す図

サンプル	メッキ溶液	平均電流密度	時間
1	Feイオンなし	3 A/dm ²	33.3分
2	Fe ²⁺ 15g/L	3 A/dm ²	33.3分
3	Fe ²⁺ 0.1g/L	3 A/dm ²	33.3分

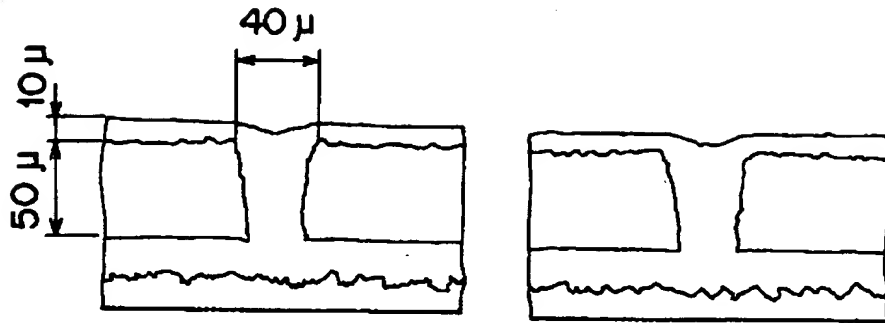
【図 6】

表面粗さの測定結果を示す図

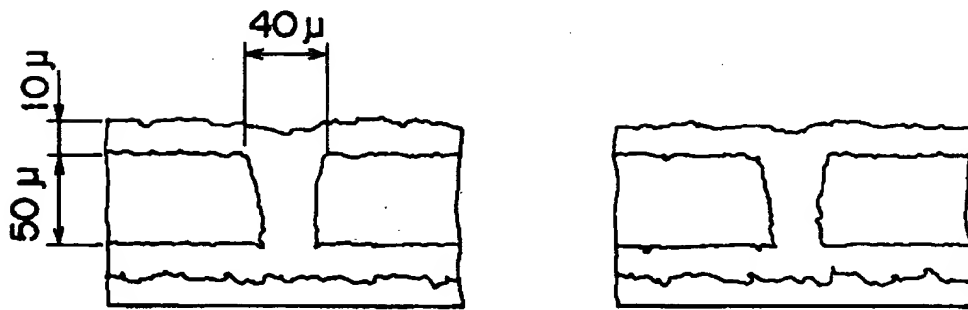
サンプル	Fe(gh)	Rz(μm)		Av.(μm)
1	0	3.334	3.663	3.496
2	15	1.949	1.694	1.821
3	0.1	2.884	2.776	2.830

【図 7】

実施の形態のビアの断面を示す図



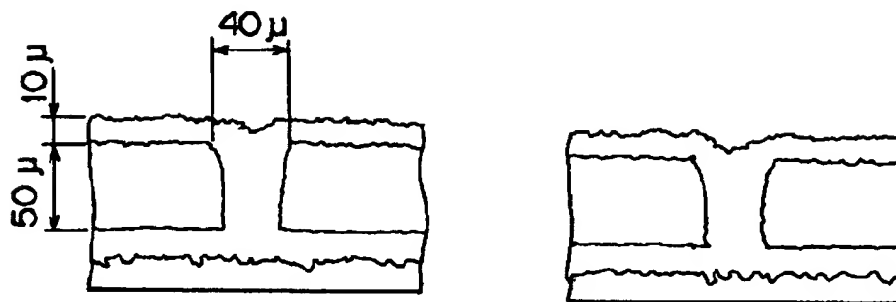
(A)



(B)

【図8】

鉄イオンを含まないメッキ溶液で
メッキした場合のビアの断面を示す図



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】配線基板のビアホールを短時間で埋められるようにすることである。

【解決手段】不溶解陽極 2 2 は陰極 2 3 となるプリント基板と対向配置され、両電極間には正負のパルス電流が流される。メッキ溶液に「 Fe^{2+} 」を添加してパルスリバース電解メッキを行うことにより、ビアホールを短時間で埋めることができる。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003218]

1. 変更年月日	1990年 8月11日
[変更理由]	新規登録
住 所	愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地
氏 名	株式会社豊田自動織機製作所